

# 태양광발전 시스템의 효율 개선을 위한 Newton Method MPPT제어 및 소프트 스위칭 컨버터 시뮬레이션

논문  
60P-4-14

## Newton Method MPPT Control and Soft Switching Converter Simulation for Improving the Efficiency of PV System

장인혁\* · 이강연† · 최연옥\*\* · 조금배\*\*\*  
(In-Hyeok Jang · Kang-Yeon Lee · Youn-Ok Choi · Geum-Bae Cho)

**Abstract** - In this paper proposes the soft-switching boost converter and MPPT control for improving the efficiency of PV system. The proposed converter designed H-bridge auxiliary resonant circuit. By this circuit, all of the switching devices perform the soft switching under the zero voltage and zero current condition. Therefore the periodic switching losses can be decreased at turn on, off. The soft switching boost converter designs for 1.5[kW] solar module of the power conversion. Thus, this soft switching boost converter is simulated by MATLAB simulation using Newton-Method algorithm. As a result, Proposed Soft Switching Converter compared to a typical boost converter switching loss was reduced about 61%. And the overall system efficiency was verified to increase about 3.3%.

**Key Words** : Newton-Method, Boost Converter, Psim, Solar Cell

### 1. 서 론

신재생 에너지 중 태양광발전(PV : Photovoltaics)은 반도체 소자인 태양전지의 광기전력효과(Photovoltaic effect)를 이용하여 빛에너지를 전기에너지로 변환함으로써 친환경적인 청정한 에너지원이며, 반도체 소자로서 수명이 길고 발전 설비에 대한 유지관리가 거의 필요 없고 설치가 비교적 용이하다[1].

그러나 태양광 발전은 에너지 밀도가 낮고 기상 및 온도 등의 환경 조건에 절대적인 영향을 받아 시스템 출력이 일정하게 유지될 수 없는 문제점과 전력변환 과정에서 발생하는 손실 등에 의해 효율이 떨어진다는 문제점이 발견되고 있다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해 MPPT(Maximum Power Point Tracking)에 관한 연구와 직류변환장치의 효율을 높이려는 연구가 이루어지고 있다[2][3].

따라서 본 논문에서는 태양광발전시스템의 효율을 개선하기 위하여 MPPT 제어와 기존의 일반적인 부스트 컨버터의 하드 스위칭 방식보다 효율이 개선된 소프트 스위칭 부스트 컨버터를 제안하였다. 제안된 소프트 스위칭 부스트 컨버터는 기존의 회로에 공진 인덕터와 커패시터, 환류 다이오드를 추가하였으며, 이를 통해 각 스위칭 소자는 영 전류영전압 조건에서 소프트 스위칭 동작을 함으로써 스위치에 주기적으로 발생하는 손실을 줄였다. 제안된 회로의 타당성을 입증하고자 Matlab Simulink로 1.5[KW]급 태양전지 어레이를

모델링하고, MPPT 제어부를 구성하였다. 사용된 MPPT 알고리즘은 일반적으로 가장 많이 사용되는 P&O 제어 알고리즘보다 효율이 높고, 추적속도가 더 빠른 Newton-Method 알고리즘을 적용하였고, 두가지 제어 알고리즘의 특성을 비교하였다. 그리고 MPPT 제어를 통해 출력되는 최대출력 전력을 Psim과 연동시켜 제안된 소프트 스위칭 컨버터의 입력단으로 공급하여 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 결과 스위칭 동작시 소자에 발생하는 전압스트레스 감소와, 일반적인 부스트 컨버터의 경우에 비해 스위칭 손실이 감소됨을 확인하였고, 전체 회로의 효율이 개선되었음을 시뮬레이션을 통하여 검증하였다.

### 2. MPPT 제어

#### 2.1 Newton Method 제어 알고리즘

Newton Method 방법은 일반적인 함수의 근사 값이나, 실제 값을 찾는 데 매우 효율적인 방법이다. 그림 1은 Newton Method 제어 알고리즘을 나타낸 것으로 전력점의 전과 후를 비교하여 같으면 전압값을 비교하고, 만약 전력점이

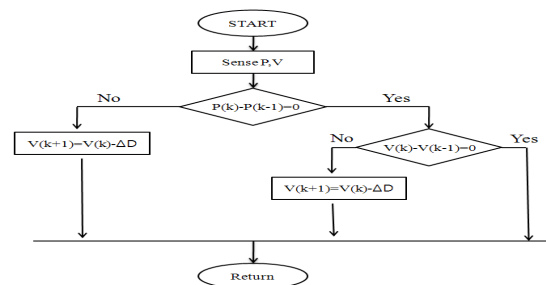


그림 1 Newton Method MPPT 알고리즘 Flow chart  
Fig. 1 Flow chart of Newton Method MPPT algorithm

\* 준 회원 : 조선대 공대 전기공학과 석사과정  
\*\* 정 회원 : 조선대 공대 전기공학과 초빙객원교수 · 공박  
\*\*\* 시니어회원 : 조선대 공대 전기공학과 교수 · 공박  
† 교신저자, 정회원 : 조선대 공대 전기공학과 겸임교수 · 공박  
E-mail: space122@chosun.ac.kr

접수일자 : 2011년 10월 17일  
최종완료 : 2011년 11월 26일

다르다면 전압값의 전과 후를 판별하여 수렴점을 찾아가는 방식으로 구하고자 하는 근의 값 근처에서는 수렴되는 속도가 매우 빠르므로, 원하고자 하는 값을 찾는 속도가 일반적인 미분 방정식을 이용하여 근을 찾는 것보다 빠르게 찾을 수 있다. 하지만 방정식의 기울기가 작게 되면 해를 구하기 힘들어져 처음 접근 포인트 점을 잘못 설정하게 되면 원하는 근의 값을 찾을 수는 단점이 있다.

Newton Method를 이용하여 근을 구하는 방법은 그림 2와 같이 그래프  $y=f(x)$  를 그려 그래프 상에 임의의  $x$  값을 지정, 이 값을  $x_0$ 라 한다. 다음 단계로  $x_0$ 에서 접선을 그려주어 이 접선과  $x$ 축이 만나는 점을  $x_1$ 이라고 하며, 접선에 해당하는 식은 식(1)과 같이 나타낼 수 있다[4].

$$y = f'(x)(x_1 - x_0) + f(x_0) \quad (1)$$

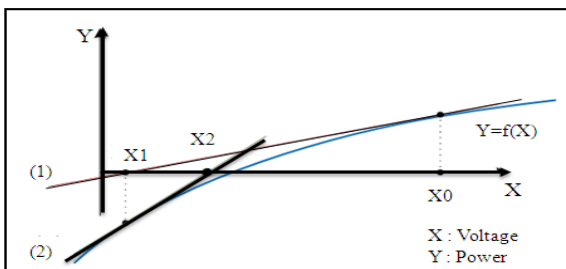


그림 2 Newton Method를 이용한 함수 그래프  
Fig. 2 Function graph using Newton Method

식 (1)을 이용하여  $x$ 절편값을 구하기 위해  $y$ 값을 0으로 놓고,  $x$ 절편값은 식 (2)와 같다.

$$x_1 = x_0 - \frac{f(x_0)}{f'(x_0)} \quad (2)$$

다음으로는 그래프  $f(x)$ 의  $x$ 값이  $x_1$ 이 되는 점의 접선의 방정식은 식 (3)과 같다.

$$y = f'(x)(x_2 - x_1) + f(x_1) \quad (3)$$

그리고  $y=0$ 으로 두고  $x$ 절편을 식 (4)와 같이 구한다.

$$x_2 = x_1 - \frac{f(x_1)}{f'(x_1)} \quad (4)$$

이러한 과정을 계속 반복하게 되면 식 (5)와 같다.

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)} \quad (5)$$

식 (5)를 이용하여 MPPT제어를 하기 위한 수학적 모델을 하면, 식 (6)과 식 (7)과 같이 나타낸다.

$$V_{k+1} = V_k - \frac{f(V_k)}{f'(V_k)} \quad (k=0,1,2 \dots N) \quad (6)$$

$$\Delta D = \frac{\frac{P(V_k) - P(V_{k-1})}{V_k - V_{k-1}}}{\frac{P(V_k) - P(V_{k-1})}{V_k - V_{k-1}} - \frac{P(V_{k-1}) - P(V_{k-2})}{V_{k-1} - V_{k-2}}} \quad (7)$$

$$V_{k+1} = V_k - \Delta D$$

$$(k=0,1,2 \dots N)$$

### 2.2 제안된 회로의 동작모드 해석

그림 3은 제안된 태양광발전용 소프트 스위칭 부스트 컨버터이다. 제안된 소프트 스위칭 부스트 컨버터는 기존의 부스트 컨버터에 스위칭 손실을 줄이기 위해 보조 스위치와 2개의 다이오드, 공진 커패시터와 공진 인덕터를 추가하여 구성하였다. 제안된 회로는 주 스위치  $S_1$ 과 보조 스위치  $S_2$ 는 동시에 턴 온과 턴 오프제어를 하기 때문에 추가의 PWM 제어 회로가 필요하지 않고, 각각의 스위칭 소자들의 공진 커패시터에 의해 출력전압으로 클램핑되어 전압 스트레스가 적은 장점이 있다[5].

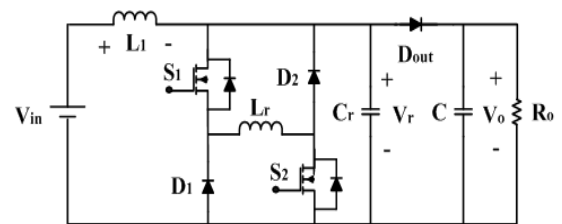


그림 3 제안된 소프트 스위칭 부스트 컨버터  
Fig. 3 Proposed soft switching boost converter

그림 4는 제안된 Newton method MPPT 제어용 소프트 스위칭 부스트 컨버터의 6개의 동작모드를 나타내고, 그림 5는 시스템의 주요 파형을 나타낸다.

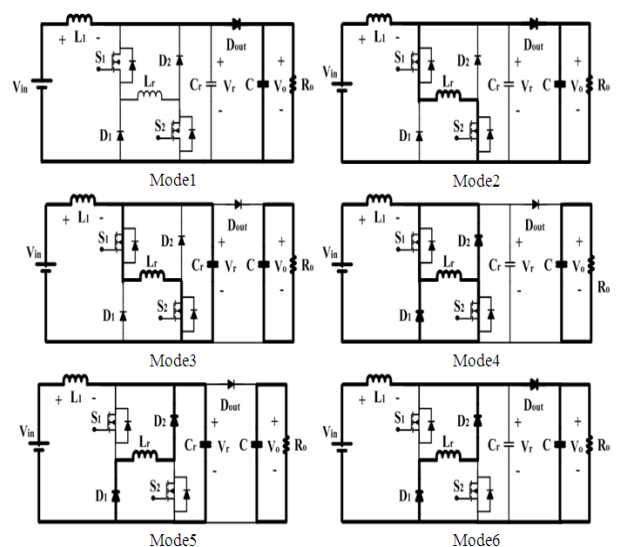


그림 4 제안된 회로의 모드별 동작  
Fig. 4 Operation modes of proposed circuit

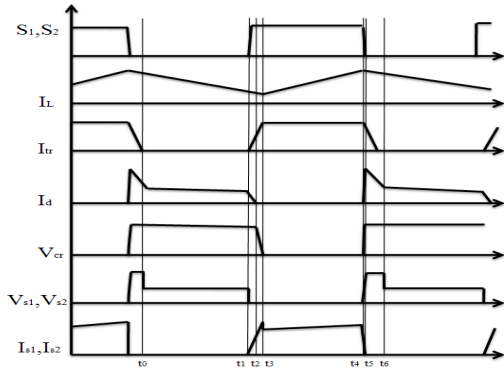


그림 5 제안된 회로의 동작파형  
Fig. 5 Operation waveforms of proposed circuit

각 모드별 동작은 다음식과 같다.

Mode 1 ( $t_0 \leq t \leq t_1$ )

스위치  $S_1$ 과  $S_2$ 는 모두 오프 상태이고, 인덕터  $L_1$ 에 흐르는 전류는 모두 출력 다이오드  $D_{out}$ 을 통해 흐른다. 공진 커패시터  $C_r$ 은 출력전압  $V_o$ 만큼 충전되어 있다.

$$i_{s1}(t) = i_{s2}(t) = i_{Lr}(t) = 0 \quad (8)$$

$$i_{Dout}(t) = i_{L1}(t) \quad (9)$$

$$V_{Cr}(t) = V_o \quad (10)$$

Mode 2 ( $t_1 \leq t \leq t_2$ )

시간  $t_1$ 에서 두 스위치  $S_1$ 과  $S_2$ 가 턴 온시 공진 인덕터  $L_r$ 의 영향으로 영전류 조건에서 스위칭 동작을 하게 된다. 인덕터  $L_1$ 에 흐르는 전류는 출력 다이오드  $D_{out}$ 과 공진인덕터  $L_r$ 로 나누어 흐르기 시작한다. 공진 인덕터  $L_r$ 로 흐르는 전류는 선형적으로 증가하며, 출력다이오드  $D_{out}$ 으로 흐르는 전류는 선형적으로 감소한다. 시간  $t_2$ 에서 인덕터  $L_1$ 과 공진 인덕터  $L_r$ 에 흐르는 전류가 같아지고 출력 다이오드  $D_{out}$ 으로 전류가 더 이상 흐르지 않아 턴 오프 되면 모드가 종료 된다.

$$i_L(t) = i_{Lr}(t) + i_{Dout}(t) \quad (11)$$

$$i_L(t_2) = i_{Lr}(t_2) \quad (12)$$

$$i_{Dout}(t_2) = 0 \quad (13)$$

Mode 3 ( $t_2 \leq t \leq t_3$ )

시간  $t_2$ 에서 출력 다이오드  $D_{out}$ 을 통해 부하로 흐르던 전류는 더 이상 흐르지 않고, 공진 커패시터  $C_r$  공진 인덕터  $L_r$ 과 공진을 시작한다. 이 공진을 통하여 공진 커패시터의  $C_r$ 의 전압이 완전 방전되어 영이 되면 모드가 종료된다.

$$i_L(t) \approx I_{min} \quad (14)$$

$$i_{Lr}(t) = I_{min} + \frac{V_o}{Z_r} \sin \omega_r t \quad (15)$$

$$v_{Cr}(t) = V_o \cos \omega_r t \quad (16)$$

Mode 4 ( $t_3 \leq t \leq t_4$ )

$C_r$ 의 전압이 영이 되면 모드 4가 시작된다. 환류 다이오드  $D_1$ 와  $D_2$ 가 턴 온 되며 공진 인덕터  $L_r$ 에 흐르던 전류는 최대값을 갖으며, 환류다이오드를 통해 환류를 한다. 인덕터에 흐르는 전류는 선형적으로 증가하여 에너지를 축적하고, 다이오드  $D_1$ 와  $D_2$ 를 통해 흐르는 전류는 서서히 감소한다.

$$V_L = V_i \quad (17)$$

$$i_L(t) = I_{min} + \frac{V_i}{L} \quad (18)$$

$$v_{Cr}(t) = 0 \quad (19)$$

Mode 5 ( $t_4 \leq t \leq t_5$ )

이 모드는 스위치  $S_1$ 과  $S_2$ 가 턴 오프 되는 구간으로, 인덕터  $L_1$ 과 공진 인덕터  $L_r$ 에 흐르는 전류는 공진 커패시터  $C_r$ 을 충전시켜 출력전압과 같아질 때까지 이 모드가 지속된다. 공진 커패시터  $C_r$ 의 영향으로 두 스위치  $S_1$ 과  $S_2$ 는 영전압 조건에서 턴 오프 한다.

$$i_L \approx i_{max} \quad (20)$$

$$i_{Lr}(t) = I_{max} - (I_{max} + I_{Lrmax}) \cos \omega_r t \quad (21)$$

$$v_{Cr}(t) = Z_r (I_{max} + I_{Lrmax}) \sin \omega_r t \quad (22)$$

Mode 6 ( $t_5 \leq t \leq t_6$ )

이 모드는 공진 커패시터  $C_r$ 의 전압이 출력 전압  $V_o$ 와 같아지면 모드 6이 시작된다. 출력 다이오드  $D_{out}$ 이 턴 온되어 인덕터  $L_1$ 과 공진 인덕터  $L_r$ 에 흐르는 전류가 출력 다이오드  $D_o$ 를 통하여 출력단으로 흐른다. 인덕터  $L_1$ 에 흐르는 전류와 공진 인덕터  $L_r$ 에 흐르는 전류는 선형적으로 감소하여 저장되었던 에너지가 모두 출력단으로 전해지면 모드 6이 종료된다.

$$i_{Dout} = i_{L1} + i_{Lr} \quad (23)$$

$$i_{Lr}(t_5) = (I_{max} + I_{Lrmax}) \cos \omega_r (t_5 - t_4) - I_{max} \quad (24)$$

$$i_L(t) = i_{max} - \frac{V_o - V_i}{L_r} t \quad (25)$$

$$i_{Lr}(t) = i_{Lr}(t_5) - \frac{V_o}{L_r} t \quad (26)$$

$$i_{Lr}(t_6) = 0 \quad (27)$$

### 3. 시스템 구성 및 설계

#### 3.1 전체 시스템 구성

그림 6은 전체 시스템의 구성을 나타낸다. 제안된 회로는 태양광 발전시스템용으로 사용하기 위하여 태양전지를 입력으로 한다. 따라서 태양전지 출력 특성에 따라 컨버터의 입력이 변하기 때문에 일사량이나 온도 등의 변화에도 항상 최대전력 점에서 동작하도록 하는 MPPT 제어가 필요하다. MPPT 제어는 Newton Method 알고리즘으로 Matlab Simulink을 이용하여 구현하였고, 이를 Psim의 SimCoupler Module로 구현된 소프트형 부스트 컨버터에 Link node를 이용하여 연동하였다.

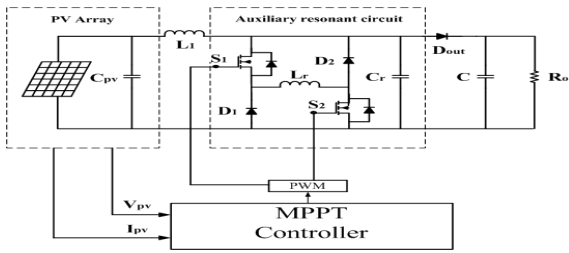


그림 6 전체 시스템 구성도  
Fig. 6 The configuration of system

3.2 MPPT 제어기 구현

본 논문에서 소프트 스위칭 부스트 컨버터의 입력으로 사용되는 태양전지 어레이를 Matlab Simulink을 이용하여 표 1과 같이 설계하였고, 그림 7은 표 1의 파라미터값으로 설계한 1.5[kW] 태양전지 어레이를 나타낸다. 설계된 컨버터의 입력전압 범위는 100[V]~200[V]로 선정하였다.

표 1 태양광 어레이 설계 파라미터

Table 1 Solar array parameters

Open-circuit Voltage( $V_{oc}$ )	198.4[V]
Short Circuit Current( $I_{sc}$ )	9.15[A]
MPP Voltage( $V_{mp}$ )	171.4[V]
MPP Current( $I_{mp}$ )	8.87[A]
Irradiation( $SOL$ )	100[W/m <sup>2</sup> ]
Temperature( $TEMP$ )	25[°C]

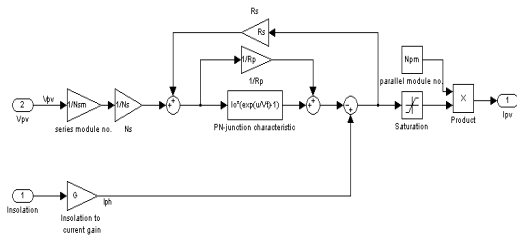


그림 7 태양광 어레이 모델  
Fig. 7 Solar array model

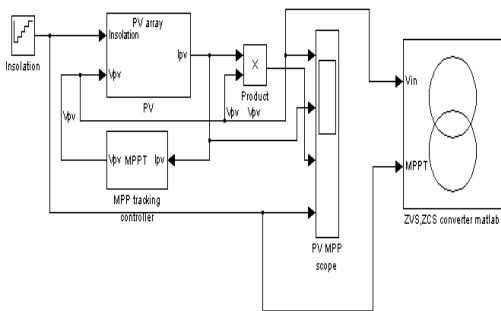


그림 8 Newton Method MPPT 컨트롤 시스템  
Fig. 8 Newton Method MPPT Control system

MPPT 제어는 일반적으로 많이 사용되고 있는 P&O 알고리즘 보다 출력전력이 안정적이고 일사량 급변 시에도 최대 전력 추종제어에서 벗어나지 않는 장점을 가진 Newton Method 알고리즘으로 Matlab Simulink을 이용하여 구현하였고, 이를 Matlab Simcoupler을 통해 Psim pro 8.0의 소프트웨어 스위치 컨버터의 입력으로 연동하였다. 그림 8은 Newton Method 알고리즘을 이용하여 설계한 MPPT 제어기를 나타낸 것이다.

4. 시뮬레이션 및 결과

4.1 MPPT 제어 시뮬레이션 결과

본 논문에서 제안하는 소프트 스위칭 부스트 컨버터의 동작을 검증하기 위해 Matlab R2010a를 사용하여 1.5[kW] 태양전지 어레이를 설계하였고, 이를 Psim의 SimCoupler Module의 Link node를 통하여 구현된 소프트웨어 부스트 컨버터의 전원으로 사용하였다. MPPT 제어는 Newton Method 알고리즘으로 구현하였다. Newton Method MPPT제어방식이 일반적으로 많이 사용되는 P&O MPPT 제어와 비교하면 추적 속도와 효율면에서 개선됨을 알 수 있었다. 그림 9은 P&O MPPT 제어 출력 파형이고, 그림 10은 제안된 회로의 Newton Method 알고리즘 MPPT 파형을 나타낸다. P&O MPPT제어 출력을 고찰해보면 그림 9의 ①구간에서 발생하는 자려진동이 Newton Method 제어 출력 파형인 그림 10의

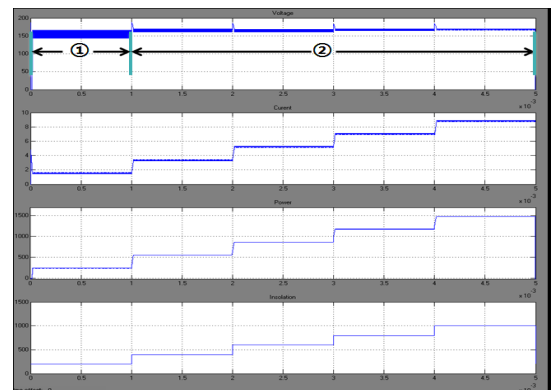


그림 9 P&O MPPT 출력파형  
Fig. 9 P&O MPPT waveforms

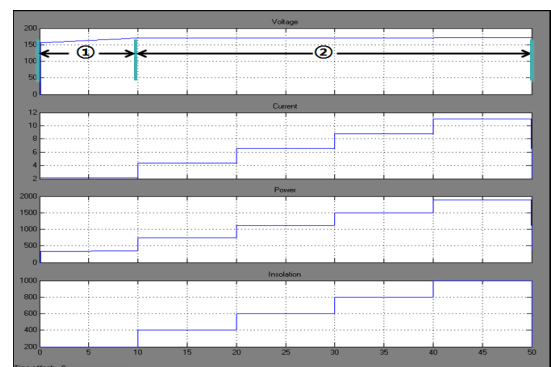


그림 10 Newton Method MPPT 출력파형  
Fig. 10 Newton Method MPPT waveforms

① 구간에서는 발생하지 않아 그만큼의 손실이 저감되어 더 효율적이라고 할 수 있다. 또한 그림 9의 ②의 구간에서 나타낸바와 같이 P&O 제어 기법은 주기를 비교하여 최대출력점을 추종하나 그림 10의 ②의 구간에서 나타낸바와 같이 Newton Method 제어기법은 주기를 바로 구하여 최대 출력점을 추종함으로써 빠르게 최대 출력점을 추종함을 알 수 있었다.

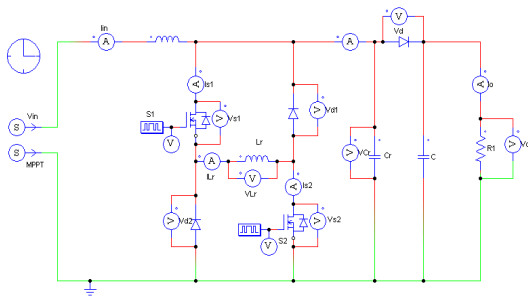
**4.2 소프트 스위칭 부스트 컨버터 시뮬레이션 결과**

Psim pro 8.0으로 구현된 소프트 스위칭 부스트 컨버터의 입력은 Matlab Simulate로 모델링된 1.5[kW] 태양전지 어레이를 모델링하여 Psim의 SimCoupler Module의 Link node를 통해 전원을 공급받았다. 표 2는 컨버터의 설계파라미터를 나타내었다. 그림 11은 제안된 소프트 스위칭 부스트 컨버터의 회로도도를 나타내었다. 그림 12은 소프트 스위칭

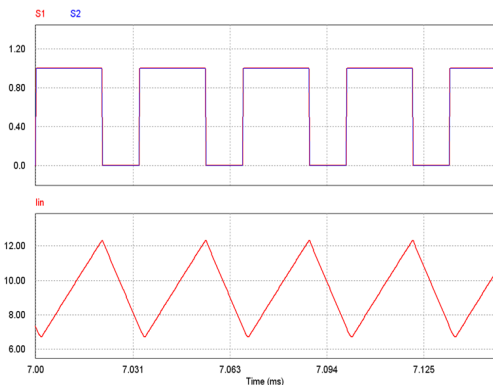
**표 2** 소프트 스위칭 컨버터 설계 파라미터

**Table 2** Soft-switching converter parameters

Input Voltage( $V_i$ )	170[ $V_{dc}$ ]
Output Voltage( $V_o$ )	400[ $V_{dc}$ ]
Power( $P$ )	1.5[kW]
Inductor( $L$ )	560[ $\mu H$ ]
Capacitor( $C$ )	20[ $\mu F$ ]
Resonant Inductor( $L_r$ )	40[ $\mu H$ ]
Resonant capacitor( $C_r$ )	20[nF]
Switching Frequency( $f_s$ )	30[kHz]



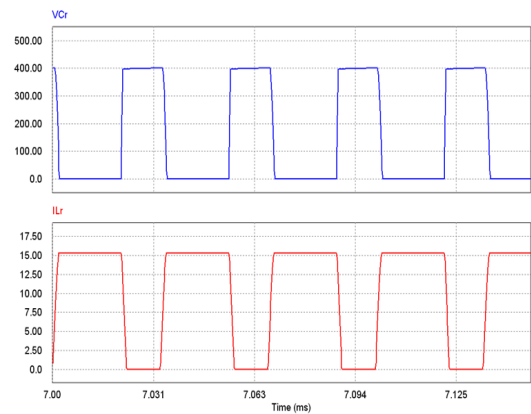
**그림 11** 소프트스위칭 컨버터 시뮬레이션회로  
**Fig. 11** Soft-switching Converter Simulation circuit



**그림 12** 게이트 드라이브 파형 과 인덕턴스 전류 파형  
**Fig. 12** Gate drive signal and the main inductor current waveform

부스트 컨버터의 두 스위치의 드라이브 신호와 인덕터  $L_1$ 의 전류 파형을 나타내고 있다. 게이트 구동 신호에 따라 스위치가 온 오프 제어가 되고, 스위치가 온 상태일 때 인덕터  $L_1$ 에 흐르는 전류는 상승하고 따라서 인덕터에 에너지를 축적하고, 스위치가 오프 상태일 때에는 주 인덕터에 흐르는 전류는 감소하며 축적되었던 에너지를 부하단으로 방출한다.

그림 13은 공진 인덕터에 흐르는 전류파형과 공진 커패시터에 걸리는 전압파형을 나타내었다. 공진 커패시터가 출력 전압 400[V]에서 0[V]로 방전 되면서 공진 인덕터와 서로 공진을 하며 공진 커패시터의 에너지가 공진 인덕터로 이동된다. 환류모드인 Mode 4 구간에서는 공진 인덕터에 흐르는 전류는 최대값으로 일정하게 유지되고 공진 커패시터의 전압은 0[V]로 유지된다. 두 스위치가 턴 오프 되면 공진 인덕터 전류가 주 인덕터 전류와 함께 공진 커패시터를 충전시킨다. 이 두 번째 공진을 통해서 공진 인덕터에 저장되었던 에너지가 공진 커패시터로 이동되며 이 공진의 영향으로 두 스위치는 영 전압 조건에서 턴 오프된다.



**그림 13** 공진 커패시턴스 전압과 공진 인덕턴스 전류 파형  
**Fig. 13** Resonant capacitor voltage and resonant inductor current waveforms

그림 14는 스위치와 환류다이오드, 출력다이오드의 전압 파형이다. 각각의 스위칭 소자들은 병렬로 연결된 공진 커패시터에 의해 출력전압 400[V]로 클램핑되어 전압 스트레스가 작다.



**그림 14** 스위칭 스트레스 출력 파형  
**Fig. 14** Output waveforms of Switching element

그림 15는 일반적인 부스트 컨버터의 스위칭 손실파형을 나타낸 것이고, 그림 16은 제안된 부스트 컨버터의 스위칭 손실을 나타낸 것이다. 이상적인 스위치의 경우 스위칭 손실은  $P_{sw} = v_{sw} \times i_{sw} = 0$ 이 된다. 하지만 실제 스위치의 경우 T(on)과 T(off)시 발생하는 전압과 전류의 지연시간으로 인해 스위칭 손실이 발생한다. 시뮬레이션 결과일반적인 부스트 컨버터의 스위칭 손실은 0.0067[W]이었다. 제안된 소프트 스위칭 컨버터는 턴 온과 턴 오프시 영전류, 영전압 스위칭을 하게 되어 스위칭 손실이 0.0026[W]로 일반적인 부스트 컨버터에 비해 스위칭 손실이 61%가량 저감되었음을 알 수 있었다.

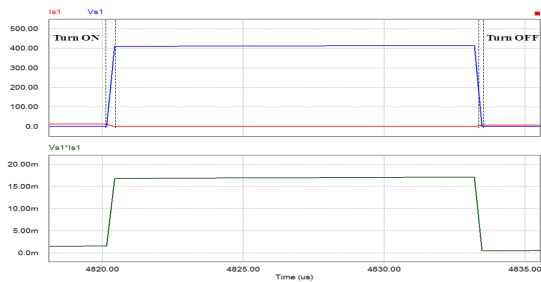


그림 15 일반적인 부스트 컨버터 스위칭 손실 파형  
Fig. 15 The Basic Boost Converter switching loss waveforms

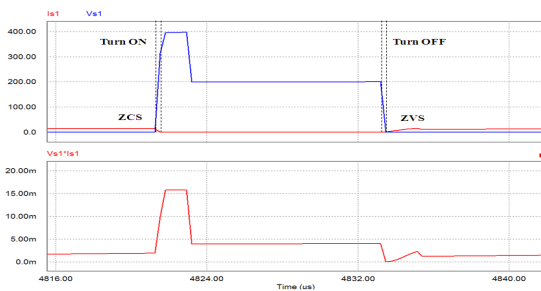


그림 16 제안된 부스트컨버터 스위칭 손실 파형  
Fig. 16 Proposed Boost Converter switching loss waveforms

그림 17은 일반적인 부스트 컨버터의 출력 파형으로 398.72[V], 3.46[A], 1382.31[W]였다. 그림 18은 제안된 컨버터의 출력파형으로 396.87[V], 3.61[A], 1431.84[W]의 출력으로

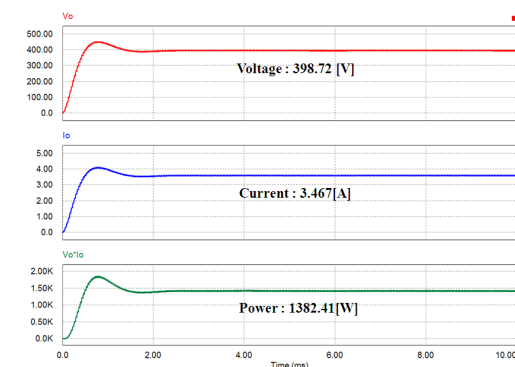


그림 17 일반적인 부스트 컨버터 출력 파형  
Fig. 17 The Basic Boost Converter output waveforms

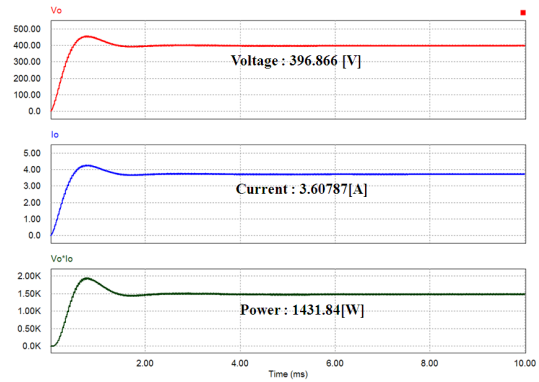


그림 18 제안된 부스트 컨버터 출력 파형  
Fig. 18 Proposed Boost Converter output waveforms

일반 부스트 컨버터에 비해 시스템 효율이 3.3%가량 개선되었음을 확인하였다.

### 5. 결 론

본 논문에서는 기존의 태양광 발전 전력변환 시스템의 효율을 개선시키기 위해 MPPT 제어 및 일반적인 부스트 컨버터 회로에 공진 커패시터, 공진 인덕터, 환류다이오드를 추가한 구조의 소프트 스위칭 부스트 컨버터를 제안하였다. 컨버터 회로를 태양광 발전에 적용하기 위하여 1.5[kW] 어레이를 모델링하였다. MPPT 제어를 위하여 기존의 P&O 제어와 본 논문에 적용된 Newton-Method 제어를 비교하였다. 제안된 소프트형 스위치 부스트 컨버터를 시뮬레이션을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 제안된 소프트 스위칭 부스트 컨버터는 두 스위치를 동일하게 제어하기 때문에 추가적인 PWM제어 회로가 필요하지 않아 제어가 용이하고, 스위칭 소자들의 전압 스트레스가 적은 장점이 있었고, 둘째, 스위치 턴 온시에는 공진 인덕터에 의해 영 전류 조건에서 스위칭 동작을 하고, 스위치 턴 오프 시에는 공진 커패시터에 의해 영 전압 조건에서 스위칭 동작을 하였다. 또한 다이오드도 스위칭 하여 스위칭 손실을 61%로 감소시키므로, 제안된 소프트형 컨버터가 일반 부스트 컨버터에 비해 시스템 효율이 3.3%가량 개선되었음을 확인하였다.

### 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신 인력양성사업으로 수행된 연구결과임

### 참 고 문 헌

[1] LEE, J.H., Bae, H.S. and Cho, B.H, "Resistive Control for a Photovoltaic Battery Charging System Using a Microcontroller", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 55, Issue 7, pp. 2713-2723, July. 2008

- [2] Gules R., De Pellegrin Pacheco J., Hey H.L. and Rnhoff J., " A Maximum Power Point Tracking System with Parallel Connection for PV Stand Alone Application", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 55, Issue 7, pp. 2674-2683, July. 2008
- [3] Tschirhart D.J. and Jain P.K., " A CLL Resonant Asymmetrical Pulse Width Modulated Converter with Improved Efficiency", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 54, Issue 2 pp. 707-715, April, 2007
- [4] 백승학, 최연옥, 채봉, 김동휘, 이성길, 조금배 "Newton Method와 정전압이 결합된 MPPT 출력특성 분석", 대한전기학회 학술대회논문집, 7.21-22, 2011
- [5] 차길로, "태양광 발전 시스템용 고효율 소프트 스위칭 부스트 컨버터에 대한 연구", 성균관대학교 석사학위논문, 2009



**조 금 배 (曹錦培)**

1954년 1월 18일. 1995년 건국대 대학원 전기공학과 졸업(공학). 1998년~1999년 미국 Oregon State University 교환 방문교수. 2010년 대한전기학회 광주전남 지회장. 현재 조선대 전기공학과 교수. 당 학회 전기기기 및 에너지변환시스템 부문회 사업이사  
 Tel : 062) 230-7032  
 Fax : 062) 230-7020  
 E-mail : gbcho@chosun.ac.kr

저 자 소 개



**장 인 혁 (張仁赫)**

2009년 조선대학교 전기공학과 졸업(학사). 2009년 3월~현재 조선대학교 대학원 전기공학과 석사 재학중  
 Tel : 062) 230-7863  
 Fax : 062) 230-7020  
 E-mail : jman4@hanmail.net



**이 강 연 (李康淵)**

1970년 3월 2일생. 1997년 조선대학교 전기공학과 졸업. 1999년 조선대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2005년 동대학원 전기공학과 졸업(박사). 2008년~현재 조선대학교 전기공학과 겸임교수.  
 Tel : 062) 230-7863  
 Fax : 062) 230-7020  
 E-mail : space122@chosun.ac.kr



**최 연 옥 (崔然玉)**

1969년 11월 8일생. 1995년 조선대 전기공학과 졸업. 1997년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2003년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 2006~2010 조선대 전기공학과 연구교수. 2010~현재 조선대 전기공학과 초빙객원교수.  
 Tel : 062) 230-7256  
 Fax : 062) 230-7020  
 E-mail : yochoi@chosun.ac.kr